

Termometr nixie



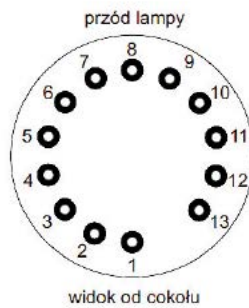
Pierwsze lampy nixie pojawiły się już w połowie dwudziestego wieku. Przez wiele lat stosowane we wszelkiej aparaturze zostały wyparte przez nowsze wyświetlacze VFD oraz LED. Przez kilkadziesiąt lat zapomniane powtórnie wróciły do wykorzystania w projektach retro wśród elektroników hobbystów jak również szerszego grona odbiorców, dzięki pojawiającym się coraz częściej projektom komercyjnym.

Prezentowany układ pełni funkcję cyfrowego termometru retro. Dzięki zastosowaniu czujnika DS18B20, mającego maksymalną rozdzielczość pomiaru 12 bitów, można mierzyć

temperaturę od -55°C do $+125^{\circ}\text{C}$ z dużą dokładnością. Termometr może być zasilany wtyczkowym zasilaczem 12V o wydajności prądowej minimum 150mA.

Opis układu

Schemat ideowy termometru przedstawiono na rysunku 1. Układ scalony U1 to mikrokontroler ATiny2313 pracujący na wewnętrznym oscylatorze RC o częstotliwości 1MHz. Rezystor R1 o wartości 10k Ω podciąga wyprowadzenie Reset do Vcc, aby

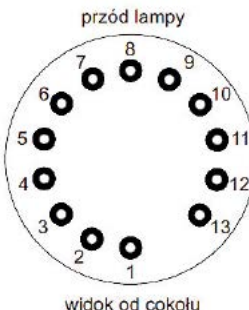


widok od cokołu

Rys. 2

Wyprowadzenie	Funkcja
1	NC
2	Anoda
3	Katoda (1)
4	Katoda (0)
5	Katoda (9)
6	Katoda (8)
7	Katoda (7)
8	NC
9	Katoda (6)
10	Katoda (5)
11	Katoda (4)
12	Katoda (3)
13	Katoda (2)

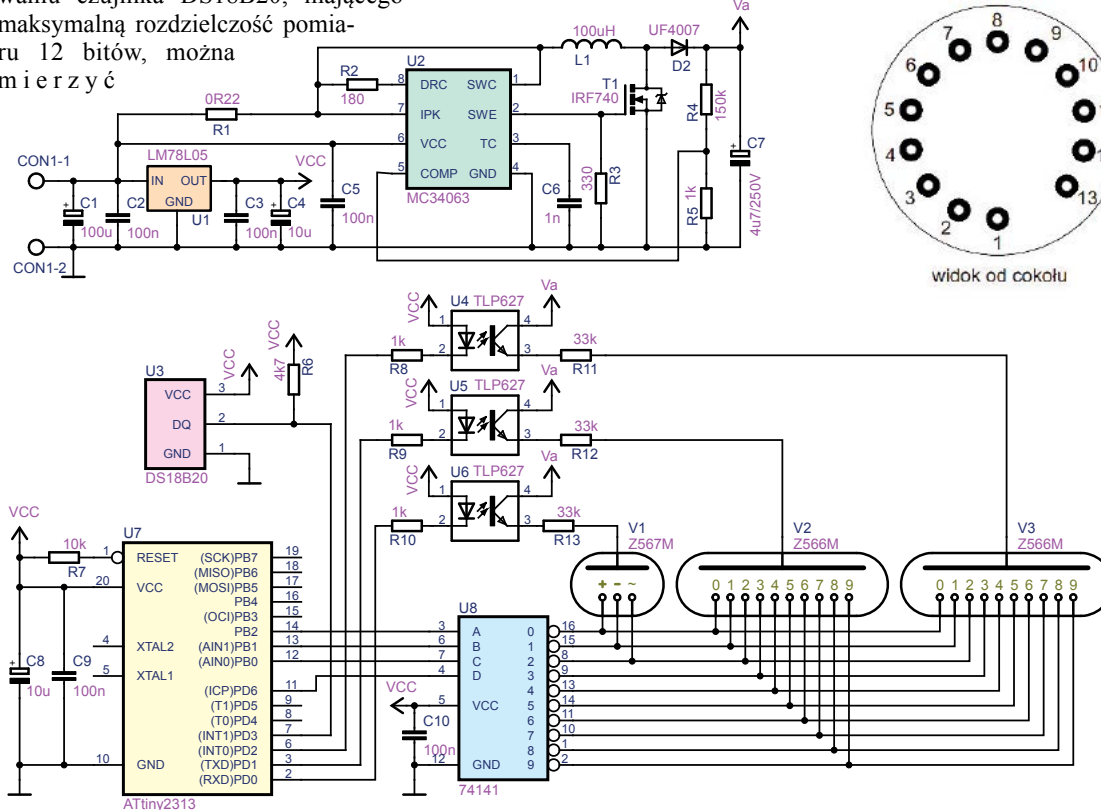
Rys. 3



widok od cokołu

Wyprowadzenie	Funkcja
1	NC
2	Anoda
3	NC
4	Katoda (~)
5	Katoda (+)
6	NC
7	NC
8	NC
9	NC
10	NC
11	Katoda (-)
12	NC
13	NC

Rys. 1

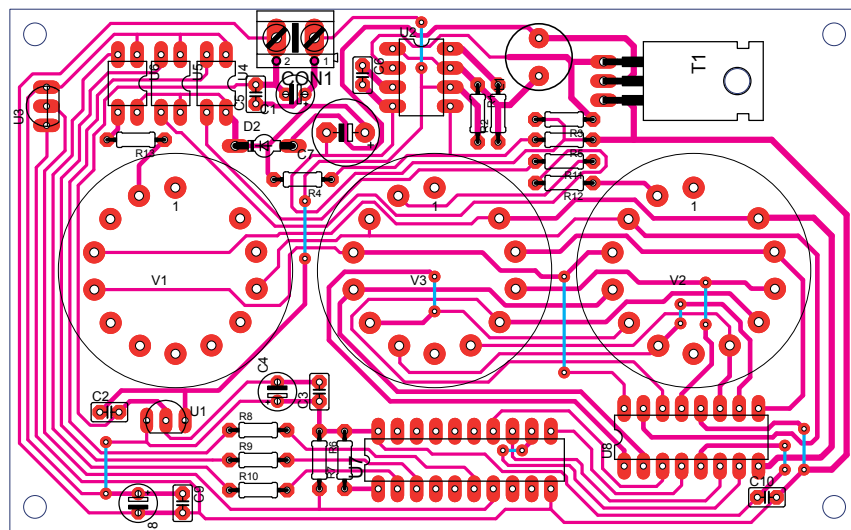


mikrokontroler nie został zresetowany przez zakłócenia podczas pracy. Kondensatory C8 oraz C9 filtrują napięcie dla mikrokontrolera. Do pomiaru temperatury zastosowano cyfrowy czujnik DS18B20 zapewniającym pomiar w zakresie od -55 do 125°C z maksymalną rozdzielczością 12 bitów. Układ U1 wraz z zestawem

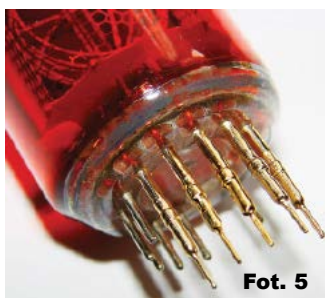
elementów zewnętrznych stabilizuje napięcie 5V do zasilania części cyfrowej termometru. Ze względu na wysokie napięcie zapłonu lamp nixie zastosowano przetwornicę zaporową podwyższającą napięcie na kontrolerze MC34063. Transztor MOSFET T1 wraz z rezystorem R3 pełni funkcję klucza. Po zatkanium tranzystora, w cewce indukującej się napięcie, dodające się do napięcia zasilania. Dzielnik napięcia R4, R5 tworzy pętlę sprzężenia zwrotnego, dzięki której układ utrzymuje stabilnie napięcie wyjściowe. Do wyświetlania temperatury wykorzystano lampy z odczytem bocznym Z566M (TGL24823) oraz lampę znakową Z567M (TGL24824). Na **rysunku 2** przedstawiono opis cokołu lampy Z566M, a na **rysunku 3** lampy Z573M. Napięcie zapłonu lampy wynosi 170V, typowe napięcie pracy 140V, a prąd 4,5mA. Sterowanie lamp zostało zrealizowane w sposób dynamiczny z użyciem dedykowanych sterowników 74141 (zawierających dekodery BCD/1 z 10 oraz tranzystory wysokonapięciowe) i transoptorów wysokonapięciowych przełączających lampy. Rezystory R4–R7 ograniczają prąd diod LED transoptorów, a rezystory R8–R11 pełnią rolę rezystorów anodowych ograniczających prąd anodowy lamp. Multipleksowanie zostało zrealizowane z częstotliwością 177Hz (1MHz/256/11/2), co daje ponad 50Hz na pojedynczą lampę.

Oprogramowanie

Program dla mikrokontrolera został napisany w języku BASCOM AVR. Kod źródłowy wraz z dokumentacją płytki został zamieszczony w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru. Aby uniknąć efektu „duchów”, czyli lekko świecących cyfr, które w danej chwili powinny być wyłączone, zwiększono dwukrotnie częstotliwość wywołania podprogramu przerwania odpowiadającego



Rys. 4



Fot. 5

wiedzialnego za multipleksowanie, jednocześnie ustawiając i włączając lampę tylko w nieparzystych cyklach, a w parzystych jest wyłączana – było to omówione w projekcie okładowym w EdW 07/2014 (Zegar Nixie). Użycie standardowego algorytmu odczytu temperatury czujnika DS18B20, w połączeniu z cyklicznym wywołaniem przerwania do multipleksowania wyświetlaczy, spowodowałoby częste występowanie błędów podczas odczytu temperatury i cykliczne mruganie wyświetlacza. Aby podprogram przerwania i program odczytu temperatury w pętli głównej nie zakłócały się wzajemnie, wszystkie polecenia 1-wire zostały zrealizowane między kolejnymi wywołaniami podprogramami przerwania.

```

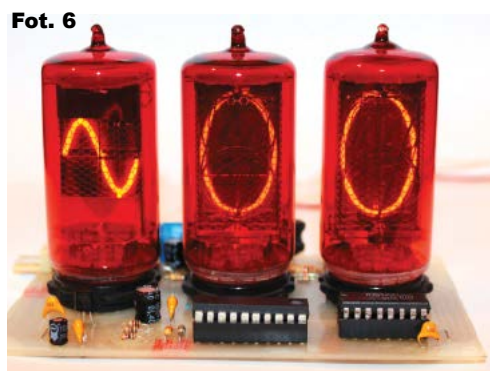
If Pozwolenie = 1 Then
  Pozwolenie = 0
  Select Case Cykl
    Case 0:
      lwreset
      If Err = 1 Then
        A = 2
        B = 0
        C = 0
      Else
        Incr Cykl
      End If
    Case 1:
      lwwrite &HCC
      Incr Cykl
    Case 2:
      lwwrite &H44
      Incr Cykl
    Case 3:
      Incr Licznik
      If Licznik = 255 Then
        Licznik = 0
        Incr Cykl
      End If
      Incr Cykl
    Case 4:
      lwreset
      Incr Cykl
    Case 5:
      lwwrite &HCC
      Incr Cykl
    Case 6:
      lwwrite &HBE
      Incr Cykl
    Case 7:
      Lsb = lwread()
      Msb = lwread()
      Incr Cykl
    Case 8:
      lwreset
      Flaga = 1
      Incr Cykl
  End Select
  If Cykl = 9 Then Cykl = 0
End If
    
```

Listing 1

Na **listingu 1** przedstawiono fragment odpowiedzialny za wysyłanie rozkazów 1-wire pomiędzy kolejnymi wywołaniami przerwania. Zmienna flagowa *Pozwolenie* jest ustawiana w przerwaniu, a w programie głównym informuje, że dopiero co podprogram przerwania został zrealizowany. Zmienna *Cykl* służy do zapamiętywania, w jakim stanie jest program, tj., jakie rozkazy zostały już zrealizowane. Opóźnienie około 1s, w którym układ przetwarza dane, zostało zrealizowane poprzez dodanie dodatkowej zmiennej *Licznik*, zaliczającej kolejne wywołania przerwania. Po przekroczeniu wartości 255 program przechodzi do kolejnego stanu, w którym wysyła rozkaz konwersji i odczytuje dane. Taki sposób realizacji programu zapewnia poprawne odczytywanie danych z czujnika oraz zapewnia prawidłową pracę podprogramu multiplexowania. Wszystkie operacje konwersji temperatury zostały oparte na przesunięciach bitowych. Część ułamkowa jest pozyskiwana w operacji reszty z dzielenia i jest zaokrąglana według obowiązujących zasad matematycznych.

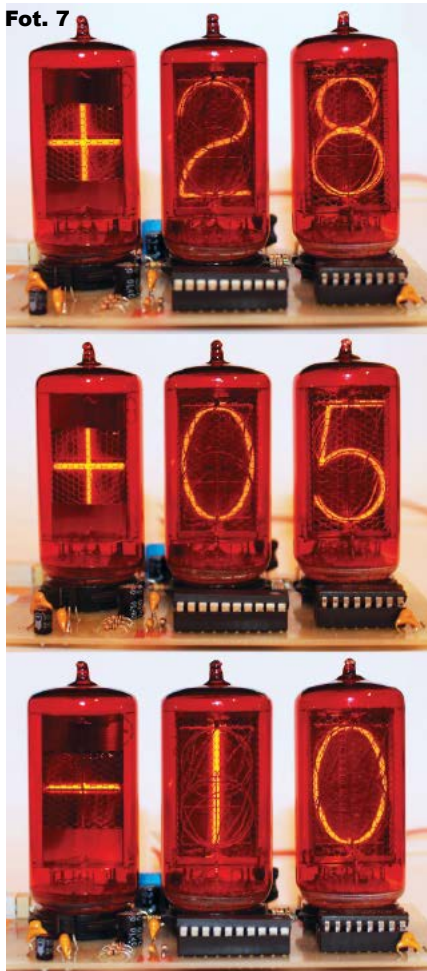
Montaż i uruchomienie

Na **rysunku 4** przedstawiono schemat montażowy układu. Kolejność wlotowywania elementów nie jest krytyczna,



Fot. 6

Fot. 7



ale warto zacząć od najmniejszych aż po największe. Podczas montażu należy pamiętać, aby wlotować wszystkie zworki. Pod mikrokontroler i pod pozostałe układy scalone najlepiej zastosować odpowiednie podstawki. Aby zaprogramować mikrokontroler, należy wgrać plik *wsad.hex* (dostępny w Elporcie) do pamięci FLASH mikrokontrolera za pomocą dowolnego programatora dla mikrokontrolerów AVR na przykład STK200/300 lub STK500. Fusebitów nie trzeba ustawiać, ponieważ układ opiera się na ustawieniach fabrycznych. Należy pamiętać, aby użyć metalizowanego rezystora jako zabezpieczenia przed przekroczeniem prądu szczytowego I_{pk} przetwornicy (tj. rezystor R1). Na tranzystor T1 należy koniecznie zastosować radiator TO-220. Czujnik temperatury DS18B20 charakteryzuje się dużą czułością, dlatego jego pomiar może zostać zafałszowany przez grzejące się elementy. Aby uniknąć tego efektu, najlepiej podłączyć go na zewnętrznym przewodzie, wlotowując specjalne gniazdo z tyłu układu. Zamiast układu 74141 można zastosować łatwiej dostępny radziecki odpowiednik K155ID1 (ros.

Wykaz elementów

R1	0,22Ω
R2	180Ω
R3	330Ω
R4	150kΩ
R5	1kΩ
R6	4,7kΩ
R7	10kΩ
R8-R10	1kΩ
R11-R13	33kΩ
C1, C4	100μF/16V
C2, C3, C5, C9, C10	100nF
C6	1nF
C7	4,7μF/250V

C8	10μF/16V
L1	100μH/0,8A
D1	UF4007
T1	IRF740
U1	LM78L05
U2	MC34063
U3	DS18B20
U4-U6	TLP627
U7	ATTiny2313
U8	74141
V1	Z567M
V2, V3	Z566M
CON1	złącze śrubowe ARK500/2

Płytką drukowaną jest dostępna w sieci handlowej AVT jako kit szkolny AVT-3109.

K155ИД1). Nie należy wlotowywać lamp bezpośrednio do płytki. Dobrym sposobem jest wykorzystanie podstawek, w których były oryginalnie montowane. W przypadku, gdy nie ma możliwości zakupu oryginalnych podstawek, można użyć połączonych pinów jako podstawki – **fotografia 5** (można je uzyskać z niektórych złączy komputerowych). W prezentowanym układzie użyto nowych lamp nixie (tzn. NOS – *New Old Stock*), dlatego prąd, jaki jest potrzeby do zaświecenia lampy jest mniejszy. Stosując używane lampy, być może trzeba będzie zwiększyć prąd anodowy przez zmniejszenie rezystancji rezystorów anodo-

wych. Układ po złożeniu nie wymaga kalibracji i jest gotowy do pracy. Powinien być zasilany stałym napięciem 12V, choć małe różnice napięcia nie wpłyną negatywnie na jego działanie. O braku lub błędzie czujnika świadczy wyświetlany znak sinusa oraz zera na pozosta-

łych lampach jak na **fotografii 6**. Na **fotografii 7** przedstawiono termometr podczas pracy. Ze względów bezpieczeństwa, a także walorów estetycznych, termometr najlepiej umieścić w drewnianej obudowie.



Krzysztof Gońka
krzysztof.gonka@interia.pl

R E K L A M A